農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　209-224, 1996


# 不同設施栽培對葉菜類蔬菜生產之影響

蔡金川[1] 漆匡時[1] 姚銘輝[1] 劉慧瑛[1] 梁連勝[1] 劉復誠[2] 李炳和[2]
臺灣省農業試驗所[1]　交通部中央氣象局[2]

## 內　容

摘要……210
英文摘要……210
前言……211
材料與方法……211
結果與討論……216
引用文獻……223

# 不同設施栽培對葉菜類蔬菜生產之影響

蔡金川[1] 漆匡時[1] 姚銘輝[1] 劉慧瑛[1] 梁連勝[1] 劉復誠[2] 李炳和[2]
臺灣省農業試驗所[1] 交通部中央氣象局[2]

## 摘 要

爲瞭解西螺地區蔬菜生產之防雨及防寒設施內環境對於葉菜類蔬菜(小白菜、莧菜、菠菜)鮮重產量、相關生理性狀品質及營養成份(可溶固形物、水溶性醣、粗蛋白質、不溶固形物、維生素C及礦物質)之影響。由試驗結果得知，小白菜與莧菜除夏季(5.6.7.8.9月)之外，其他春(3.4月)、秋(10.11月)、冬(12.1.2月)季或整年(四季平均)溫室栽培之鮮重產量最高，其次是網室，最低爲露地，整年而言露地栽培之鮮重產量與網室及溫室呈現顯著性差異。菠菜之生產秋冬季皆爲網室栽培之鮮重產量最高，其次爲露地，最低是溫室。有關收穫期之生理性狀，在不同環境(露地、網室、溫室)栽培的小白菜及莧菜(夏季除外)的株高大小順序與鮮重產量相一致。這三種葉菜類蔬菜(小白菜、莧菜、菠菜)在不同栽培環境收穫期之有關生理性狀(株高、葉數、葉面積)之大小順序與鮮重產量頗爲一致(小白菜之株數除外)。而小白菜(本地種)生育期間之積算氣溫與鮮重產量及相關生理性狀(株高，每株葉數、葉面積)呈現顯著性之正相關，則溫室氣溫較露地或網室高，有利於小白菜之生產。大致上在露地此三種葉菜類蔬菜之品質及營養成份優於其他栽培環境。而網室或溫室栽培的蔬菜化學成份各有高低不同。

**關鍵詞**：網室、塑膠布溫室、積算氣溫、葉面積、鮮重、化學成分。

## Effects of Different Protected Cultivations on the Leafy Vegetables Production

Jin-Chuan Tsai[1], Kung-Shy Chi[1], Ming-Hwi Yao[1], Huey-Ing Liu[1], Lien-Sheng Liang[1], Henry Fu-Cheng Liu[2], Bing-Her Lee[2] (Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-feng, Taichung, Taiwan, ROC.[1] Central Weather Bureau, Taipei, ROC.[2])

**ABSTRACT**: Leafy vegetables (Pak-Choi, Edible amaranth, and Spinach) planted under structures (net or vinyl house) protected from the rain and cold, and the outdoors were conducted in Shilo of central Taiwan to evaluate the possibility of using structures for the vegetable production. The influence of cultivated environments on yield (total fresh weight), physiological characters, and chemical compositions (sol-



uble solids, water soluble carbohydrate, crude proteins, insoluble solids, vitamin C, and minerals) of leafy vegetables were analyzed. Pak-Choi and edible amaranth planted in the vinyl house produced highest yield all the year round except the summer season (May to September), whereas, the outdoor cultivation produced the lowest yield. During autumn and winter seasons, spinach planted in the net house produced the higher fresh weight than the other cultivated environments (outdoors, vinyl house ). The physiological characters (plant height, plant number, leaf number, and leaf area) at harvest of the tested vegetables grown under various cultivated environments were corresponded to the fresh weight yield. The cumulative temperature during growth period showed significant positive relationship to physiological characters in Pak-Choi, indicating that cumulative temperature could promote plant growth and increase fresh weight yield. All the outdoors planted vegetables produced the highest content of soluble solids, water soluble carbohydrate, vitamin C, phosphorus , calcium, and magnesium. However, no significant difference was found on the chemical compositions between the net and vinyl house planted vegetables.

**Key words**: Net house, Vinyl house, Cumulative temperature, Leaf area, Fresh weight, Chemical composition.

## 前 言

近年來，國民知識普遍的提高，營養觀念亦隨之改觀，因偏重肉食易患血管疾病，而蔬菜植物性營養成份如蛋白質，脂肪，醣，纖維，礦物質及維生素等，人體更易吸收及排泄，有益於健康。據台灣農業年統計，台灣每人每年平均蔬菜消費量，已由1951年的63公斤，提高到1991年的110公斤(楊, 1993；謝, 1993)。由此可知對於蔬菜之大量供應與優良品質之需求亦隨之提高。

台灣地區的氣候變化很大，春夏季時常遭受梅雨、颱風、豪雨的侵襲，蔬菜葉片常被雨打傷，或久浸水中，根部易窒息枯死，冬季因受到冷氣團的影響，常受寒流過境及降霜影響而導致寒害霜害發生。在此不良的氣候情況下，蔬菜之產量、品質均甚受其影響而使供銷不穩定。因此研究利用防雨或防寒設施以穩定蔬菜產量，提高品質及調節產期，成爲重要的栽培改進措施。本試驗研究計畫選擇西螺地區蔬菜年產量14,600公噸，爲台灣蔬菜專業區生產量最高。該地區整年蔬菜栽培期間所受氣候環境影響有如上述情況，因此急需於夏季防雨及冬季防寒設施之研究，以提高蔬菜產量與品質並調節產期，平衡市場供需，達到滿足消費者的需求與增加農民的收益。

## 材料與方法

### 一、簡易設施構造：

採用水平棚架網室(圖3)，以PVC綠色網(16目/inch$^2$)遮蓋，具有10%遮光，高2.27公尺之水泥柱支撐，有防雨及冬天保溫作用。另一種爲屋頂式高架塑膠布設施(圖4)爲南北棟骨架最高3.9公尺，低1.8公尺，屋頂成坡度20度角，骨架上搭塑膠布成封閉空間，可防風雨作用，兩側裝有手提旋

轉可把塑膠布升降，爲有效的自然通風系統，以降低內部之溫度及調節氣體，而內部上方裝有白色紗網構成25%之遮光設施。夏天具有降溫而冬天有保溫。並以露天栽培(圖2)爲對照區。

## 二、試驗材料(小白菜、莧菜與菠菜)、栽培環境及播種時期

| 栽培環境 | 播種時期 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 春季(3.4月) | 夏季(5.6.7.8.9月) | 秋季(10.11月) | 冬季(12.1.2月) |
| 1 露　地 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 菠菜 | 小白菜，菠菜 |
| 2 水平棚架綠色網室 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 菠菜 | 小白菜，菠菜 |
| 3 塑膠布溫室 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 | 小白菜，莧菜 菠菜 | 小白菜，莧菜 菠菜 |

## 三、試驗設計及方法：

1. 多種不同栽培環境之氣象資料蒐集：試驗期間(1994年7月至1995年6月)蒐集最高、最低、平均氣溫、日射量、雨量等。
2. 本試驗於雲林縣西螺蔬菜專業區進行，在不同設施環境內種植小白菜，莧菜及菠菜，三種蔬菜皆爲本地種。採用逢機完全區集設計，畦寬1.4公尺(包括畦溝40公分，畦高14公分)。播種用撒播(10公畝約需種子500公克之密度)。播種後之收穫時期取樣、調查方法及項目如下:

1)取樣時期：

| 播種季節 | 收穫期取樣(播種後日數) |
|---|---|
| A 春秋季(3.4.10.11月) | 33 |
| B 夏 季(5.6.7.8.9月) | 25 |
| C 冬 季(12.1.2月) | 45～52 |

2)調查方法及項目

每次收穫期取30株，洗淨後稱全株鮮重產量，調查及相關生理性狀即株高，株數，葉數，以自動測定儀測定葉面積，並求露地栽培之小白菜生育期間之氣象因素與鮮重產量及相關生理性狀之相關係數。又測定葉及柄部之可溶固形物、水溶性醣、粗蛋白質、不溶固形物、維生素C，及磷，鉀，鈣，鎂，鐵等礦物質。

有關品質分析法之樣品處理：取新鮮樣品迅速水洗及用蒸餾水漂洗後，瀝乾並擦拭去除多餘水分。直接切取部份樣品測定維生素C，其餘樣品加等量蒸餾水用果汁機打勻後進行下列分析，每一分析二至三重複。

分析方法：

1. 水分：精秤10g樣品至小數點四位，在105℃下乾燥過夜，秤至恆量，以乾燥前後重量差異計算水分含量。
2. 灰分：精秤10g樣品依.O.A.C.(1984)灰化法測定，灰化溫度爲600℃。
3. 粗蛋白質：依.O.A.C. (1984)之Kjeldahl法測定氮含量，而以N% x6.25 表示之。
4. 糖度(可溶固形物)：依中國國家標準(1989)之水果及蔬菜汁飲料檢驗（糖度



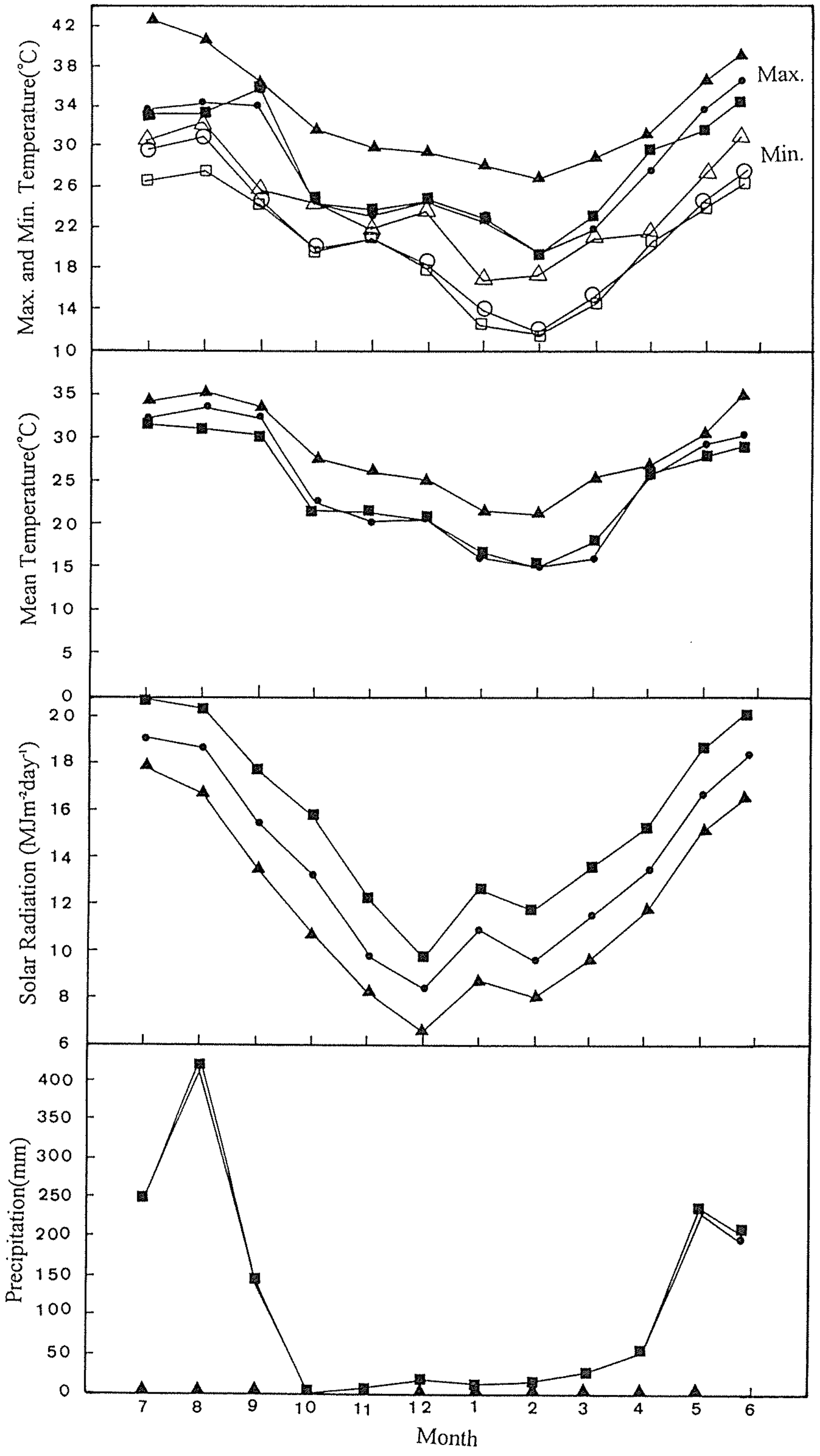


Fig. 1. Changes of monthly means of temperature, solar radiation and precipitation (July,1994 to June,1995) at the cultivated environments in Shilo area.
■ □: Outoors, ● ○: Net house, ▲ △: Vinyl house.

Fig 2. Leafy vegetables cultivated in outdoors at Shilo area. (An automatic system for meteorological data collection).

Fig 3. Leafy vegetables cultivated in net house (10% Shading). (An automatic system for meteorological data collection).

Fig 4. Leafy vegetables cultivated in vinyl house (25% shading). (An automatic system for meteorological data collection).

Fig 5. Leafy vegetables cultivated in an improved vinyl house (15% shading) with an automatic sprinkler irrigation.

之測定）方法測定。

5.不溶固形物：依中國國家標準(1989)之水果及蔬菜製品檢驗法（不溶固形物之測定）方法測定。

6.維他命C：精秤2g樣品至小數點二位，依之A.O.A.C.(1984)中之2,6- Dichloro indophenol滴定法測定。

7.水溶性醣：將測定不溶固形物時之過濾水溶液定容後，依酚－硫酸法(Dubois et al.,1956)以葡萄糖當作標準測定水溶

液中之單糖含量，再換算樣品中之糖含量。

8.礦物質組成分分析：以測定灰分後之植體灰化樣品，以3NHCl 5ml加熱溶出礦物質元素，並加水稀釋至50ml後，用感應耦合電漿－原子發光光譜儀(Inductively Coupled Plasama-Atomic Emission Spectrophotometer，簡稱ICP-AES)Jobin-Yvon JY38 Type III)，測定磷、鉀、鈣、鎂、鐵元素含量。

然後分析探討不同栽培環境之氣象條件與小白菜，莧菜，菠菜之鮮重產量及有關生理性狀、品質之關係，以瞭解不同栽培環境之氣象條件對於小白菜、莧菜、菠菜之鮮重產量，有關生理性狀及品質之影響。

## 結果與討論

一、試驗期間不同栽培環境(露地、網室、塑膠布溫室)氣象因素之變化狀況：

試驗期間氣象因素之變化狀況，由圖1可知不論露地、網室及塑膠布溫室之最高或最低氣溫呈現有規律性的變動。大致由試驗開始的1994年7月各不同栽培環境即露地、網室及塑膠布溫室之最高氣溫各爲約33.6℃,33.8℃,42.6℃，而最低氣溫各分別爲26.3℃,29.4℃及30.8℃左右，皆爲高峰期，除了溫室最高氣溫進入8月份下降之外，其他氣溫進入8月份達到高峰，唯露地之最高氣溫於9月份爲最高。過9月後爲秋季(10. 11月)各栽培環境之氣溫皆大幅度下降。至冬季1月或2月降至谷底，露地、網室及塑膠布溫室之最高氣溫各爲約18.9℃,19.0℃與28.4℃，最低氣溫分別爲11.6℃,12.2℃,及17.7℃左右。耐寒性蔬菜菠菜同化作用最旺盛的溫度爲15～20℃(李，1979)以這溫度範圍而言，露地與網室之最低溫度似乎偏低，其他兩種蔬菜小白菜及莧菜更不適於低溫，若遇寒流來襲及降霜影響更易導致寒霜災害發生。唯塑膠布溫室可安然無恙，但此設施亦需注意降溫使氣溫不可過高。春季3月及4月氣溫漸回昇塑膠布溫室之最高溫度曾達32.7℃左右已較不適於菠菜的生育。至夏季5月已近高峰期則菜農不再種植菠菜，爲夏季蔬菜的季節。整體而言，溫室(塑膠布)設施不論最高、最低氣溫居高，而網室與露地兩者氣溫較相近。

三種栽培環境(露地、網室、塑膠布溫室)之平均氣溫試驗期間之走勢有如上述之最高、最低氣溫，即夏季(5. 6. 7. 8. 9月)較高，7.8月爲高峰期，三種栽培環境(露地、網室、溫室)各爲31.6℃，33.5℃及35.2℃，其次春(3. 4月)秋(10. 11月)季，冬季(12. 1. 2)更低特別是1. 2月降至谷底。露地與網室皆爲15.0℃左右，溫室約21.0℃，以同化作用而言前兩者之氣溫偏低，後者有助於同化作用。以栽培環境而言，溫室(塑膠布)氣溫最高，網室與露地兩者相近，但夏季7. 8. 9月網室皆比露地高，差距亦較大。

有關日射量的變化情況與氣溫較相近，夏季(5. 6. 7. 8. 9月)爲高峰，三種栽培環境(露地、網室、溫室)都在7月份達到最高峰，各爲20.8, 19.1及17.8 MJ $m^{-2}$ $day^{-1}$，於冬季12月份降到最低分別爲9.7,8.4與6.6MJ $m^{-2}$ $day^{-1}$。整個試驗期間而言露地、網室與溫室日射量之大小順序分別爲露地、網室及溫室，後兩者因具有大小不同的人工遮光設施。

至於雨量的變動幅度頗大，與氣溫、日射量的變化情形較不一致，但仍然於夏季(5.6.7.8月)爲高峰。8月份爲最高峰，露地及網室分別爲421.3與410.7mm，整個試驗期間兩者之變化情形很相近，而溫室皆爲零無變化。則溫室栽植蔬菜可防患夏季豪雨浸襲。

上述氣象因素(氣溫、日射量、雨量)因不同季節及不同栽培環境而發生不同的變化，本試驗爲整年栽培試驗，觀察葉菜類蔬菜(小白菜，莧菜，菠菜)於不同季節不同栽培環境之生長、生育，並調查其鮮重產量及有關生理性狀與品質的變化。

二、葉菜類蔬菜(小白菜、莧菜、菠菜)在不同栽培環境(露地、網室、溫室)生育生長，於收穫期鮮重產量及有關生理性狀與品質(可溶固形物、水溶性醣、粗蛋白質、不溶固形物、維生素C、磷、鉀、鈣、鎂、鐵)之變化情形。



由表1可知，葉菜類蔬菜在不同栽培環境，於不同季節收穫期之鮮重產量變化狀況，小白菜除了夏季之外其他季節都是溫室生產的鮮重產量高於露地及網室。小白菜品種複雜，有耐高溫，而在低溫期易抽苔的品種，也有耐低溫而在高溫期生育不良的品種(陳,1980)，此小白菜爲本地種似乎亦屬於不耐高溫，因夏季溫室氣溫較高，而鮮重產量較低。莧菜適合生育的溫度爲25～32℃(黃,1980)，夏季7.8月溫室的最高氣溫超過39℃，平均氣溫約35℃。(圖1)。在這種栽培環境裡因高溫對生產不利，以致鮮重產量較低。而冬季(12. 1. 2月)露地或網室氣溫偏低平均溫度16～21℃，不適於種植莧菜，唯溫室種植，其鮮重產量亦低(1403.9 g/$m^2$)，可能與氣溫較低有關。這兩種蔬菜(小白菜、莧菜)於露地栽培之鮮重產量皆比其他設施(網室、溫室)低，或許因露地無任何遮蓋保護易受風雨及寒害侵襲，亦易受病蟲害的感染，而降低其鮮重產量。

Table 1. Fresh weight(g/$m^2$) of leafy vegetables (Pak-Choi, Edible amaranth and Spinach) at harvest time.

| Sowing time | Season average | Spring (Mar.-Apr.) | Summer (May.-Sept.) | Autumn (Oct.-Nov.) | Winter (Dec.-Feb.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pak-Choi | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 891.6 b | 1269.9 b | 936.1 a | 877.9 b | 482.3 b |
| Net house | 2130.8 a | 2812.5 a | 1031.8 a | 2440.8 a | 2238.2 a |
| Vinyl house | 2270.4 a | 3085.8 a | 966.6 a | 2561.3 a | 2467.8 a |
| Edible amaranth | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 1592.9 b | 1568.3 b | 1671.8 b | 1538.7 a | — |
| Net house | 1966.1 a | 1717.3 b | 2560.6 a | 1620.3 a | — |
| Vinyl house | 2078.8 a | 2434.5 a | 2378.0 a | 2098.9 a | 1403.9 |
| Spinach | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 2466.4 a | — | — | 2546.5 a | 2386.3 a |
| Net house | 2786.2 a | — | — | 2931.8 a | 2640.5 a |
| Vinyl house | 1929.4 b | — | — | 2030.6 b | 1828.2 b |

Note: 1) Experimental period: July, 1994 to June, 1995.

2) Mean followed by the same letter within each column does not show significant difference p(0.05) by Duncan's MRT.

另一試驗作物菠菜喜冷涼性氣候，生育適溫是15～20℃。在0℃時雖發育停止，但是零下 10℃也不致受害。不耐高溫， 25℃以上時生長不良(沈,1980)。台灣除高冷地外，只能在秋冬季栽培。因此本研究亦於這兩季(秋冬)作栽培試驗，由試驗結果得知，不論整年或兩季之鮮重產量都是網室居高，其次是露地，最低是溫室與其他栽培環境(露地、溫室)呈現顯著性之差異。秋(10,11月)冬(12, 1, 2月)季溫室之平均氣溫皆高過20℃之適溫界限，秋季或冬季12月都超過25℃，這期間露地與網室之平均氣溫接近或在適溫範圍內。爲此高溫致使溫室栽培的菠菜低產，而露地及網室的適溫有利於高產的最大原因。

再者影響鮮重產量頗大之有關生理性狀敘述說明，與鮮重產量具有極顯著性正相關之株高(蔡等，1995)，由表 2 得知。三種栽培環境(露地、網室、溫室)小白菜及莧菜株高之大小，除夏季之外，都與鮮重產量(表1)頗爲一致，即溫室植株最高，與其他栽培環境呈顯著性差異，其次是網室，最低是露地。

菠菜在不同栽培環境株高之表現，亦與鮮重產量類似，氣溫較高之溫室栽培之株高最低與其他栽培環境(露地、網室)之株高出現顯著性之差異。而網室栽培之株高爲最高，這乃影響其鮮重提高產量的原因之一。因植株高佔空間較大，能吸收較多的日射量，光合作用亦較旺盛，可累積較多的光合成產物。

Table 2. Plant height (cm) of leafy vegetables ( Pak-Choi, Edible amaranth and Spinach) at harvest time.

| Sowing time | Season average | Spring (Mar.-Apr.) | Summer (May.-Sept.) | Autumn (Oct.-Nov.) | Winter (Dec.-Feb.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pak-Choi | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 16. 3 b | 17. 3 b | 18. 9 b | 15. 3 b | 13. 7 b |
| Net house | 21. 8 b | 26. 7 a | 28. 0 a | 16. 8 b | 15. 7 b |
| Vinyl house | 27. 7 a | 29. 8 a | 31. 6 a | 26. 4 a | 22. 8 a |
| Edible amaranth | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 24. 6 b | 22. 8 b | 32. 8 b | 32. 8 b | — |
| Net house | 29. 2 b | 27. 3 b | 40. 9 a | 25. 8 b | — |
| Vinyl house | 39. 0 a | 38. 3 a | 44. 2 a | 37. 8 a | 35. 8 a |
| Spinach | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 33. 4 a | — | — | 32. 1 a | 34. 7 a |
| Net house | 36. 4 a | — | — | 35. 5 a | 37. 3 a |
| Vinyl house | 28. 2 b | — | — | 26. 5 b | 29. 8 b |

Note: 1)Experimental period: July, 1994 to June, 1995.
2)Mean followed by the same within each column does not show significant difference p(0.05) by Duncan's MRT.



由表 3 得知，此三種蔬菜每平方公尺株數於不同栽培環境或季節之差異不多，唯夏季於溫室栽培之莧菜株數特別多與露地及網室呈現顯著性差異，是否因高溫促使株數增加，有待研究。但不易看出與鮮重產量有直接關連。

收穫期之每株葉數小白菜與莧菜都是夏季最多冬季最少，以栽培環境而言，夏季莧菜除外，皆爲溫室栽培的葉數最高，其次是網室，露地爲最低(表 4)。露地栽培小白菜之葉數最少，除夏季之外，與其他兩種栽培環境(網室、溫室)之葉數有顯著性差異。這兩種蔬菜葉數之變化情形與鮮重產量亦頗爲一致。或許因葉數的增加會增大葉面積而有利於生產。有待進一步研究。

Table 3. Plant number (plants /$m^2$) of leafy vegetables ( Pak-Choi, Edible amaranth and Spinach) at harvest time.

| Sowing time | Season average | Spring (Mar.-Apr.) | Summer (May.-Sept.) | Autumn (Oct.-Nov.) | Winter (Dec.-Feb.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pak-Choi | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 81. 3 b | 79. 2 a | 98. 3 a | 82. 4 a | 65. 2 a |
| Net house | 79. 7 a | 75. 5 a | 95. 5 a | 85. 6 a | 62. 3 a |
| Vinyl house | 80. 7 a | 73. 6 a | 93. 1 a | 86. 6 a | 69. 5 a |
| Edible amaranth | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 144. 1 a | 125. 8 a | 168. 2 a | 138. 4 b | — |
| Net house | 149. 6 a | 136. 5 a | 159. 9 a | 152. 4 a | — |
| Vinyl house | 148. 2 a | 141. 3 a | 184. 0 b | 157. 0 b | 110. 6 |
| Spinach | | | | | |
| (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 37. 7 a | — | — | 39. 5 a | 35. 8 a |
| N0et house | 38. 1 a | — | — | 37. 5 a | 38. 7 a |
| Vinyl house | 34. 7 a | — | — | 35. 7 a | 33. 6 a |

Note: 1)Experimental period: July, 1994to June, 1995.
2)Mean followed by the same within each column does not show significant difference p(0.05) by Duncan's MRT.

Table 4. Leaf number of leafy vegetables (Pak-Choi, Edible amaranth and Spinach) at harvest time.

| Sowing time | Season average | Spring (Mar.-Apr.) | Summer (May.-Sept.) | Autumn (Oct.-Nov.) | Winter (Dec.-Feb.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pak-Choi (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 5.0 b | 5.1 b | 6.9 a | 4.8 b | 3.2 c |
| Net house | 6.3 a | 6.8 a | 7.2 a | 5.4 b | 5.6 b |
| Vinyl house | 7.3 a | 7.2 a | 7.7 a | 7.3 a | 6.9 a |
| Edible amaranth (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 6.5 a | 6.4 a | 6.8 b | 6.4 b | — |
| Net house | 7.1 a | 6.8 a | 7.8 a | 6.6 b | — |
| Vinyl house | 7.1 a | 7.2 a | 7.6 a | 7.3 a | 6.2 a |
| Spinach (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 8.7 a | — | — | 8.5 a | 8.8 a |
| Net house | 8.8 a | — | — | 8.9 a | 8.7 a |
| Vinyl house | 7.5 b | — | — | 7.0 b | 7.9 a |

Note: 1) Experimental period: July, 1994 to June, 1995.
2) Mean followed by the same within each column does not show significant difference p(0.05) by Duncan's MRT.

作物個體乾物質約百分之九十爲碳水化合物，此化合物爲人體營養不可缺少的物質，而此物質主要由葉片的光合作用所形成，因此作物的葉片可喻爲生產碳水化合物的工廠。津野(1970)指出作物的物質生產量爲葉面積指數與葉的生產效率之乘積。因此可知作物的葉面積大小對於產量潛能具有莫大的影響。而蔡等(1995)在不同地區夏季蔬菜生產試驗中，得知葉菜類蔬菜之鮮重產量與葉面積出現顯著性之正相關。即葉面積愈大，鮮重產量會愈高的趨勢。由表 5 可知，本試驗之葉菜類蔬菜葉面積變化的情況與鮮重產量很相似。除夏季小白菜與秋季莧菜之外，其餘三種栽培環境之葉面積大小順序與鮮重產量一致。因此今後葉菜類蔬菜品重改良需篩選葉面積較大，而栽培管理如施肥或變化環境(溫、光照等)增大其葉面積。鈴木等(1993)指出葉菜類蔬菜葉片發育過程，強光、低夜溫、氮素、磷酸、鉀等充分供給有助於葉數的增加及葉面積的增大。上述葉數的多寡及葉面積的大小與鮮重產量的高低具有高的正相關(蔡等，1995)。但何種株型(如高矮等)，葉型(如葉形：葉長／葉幅等)有利於生產，還需研究探討。

有關葉菜類蔬菜生育期間之氣象因素與鮮重產量及相關生理性狀之相關程度，以小白菜(本地種)爲例，由表6得知，積算氣溫與鮮重產量及相關生理性狀(株高、每株葉數、葉面積)之相關係數皆達到顯著性水準，則積算氣溫越高這些性狀(鮮重產量及相關生理性狀)越高的傾向，可能因此溫室或夏季栽培的小白菜這些性狀出現較高的趨勢。積算日射量與這些性狀的相關係數雖高，但未達到顯著性水準。而這些性狀與積算降雨量的相關係數很低，看不出關連性。小白菜與莧菜較類似，而菠菜生育期間之氣象因素與鮮重產量及相關生理性狀之相關係數低，皆未達到顯著性水準，在此省略其相關係數表。

由上述之結果與探討，瞭解葉菜類蔬菜之鮮重產量潛能與其栽培環境具有密切關係，而栽培環境的因子包羅萬象，很是複雜。本試驗著重於不同的人工設施與季節變化的相互作用，產生不同的耕地氣候，影響鮮重產量及其相關生理性狀的變化情形。

蔬菜生產除了注重鮮重產量之外，其品質對吾人更爲重要，蔬菜園藝作物不像穀類等農藝作物易添飽。吃蔬菜的目的主要在於供給人體的營養。本試驗僅以對人體較爲重要及不可或缺的營養成份如表 7 所示，敘述說明收穫期三種蔬菜(小白菜、莧菜、菠菜)在不同栽培環境(露地、網室、溫室)下各種營養成份之變化。



Table 5. Leaf area of leafy vegetables ( Pak-Choi, Edible amaranth and Spinach) at harvest time.

| Sowing time | Season average | Spring (Mar.-Apr.) | Summer (May.-Sept.) | Autumn (Oct.-Nov.) | Winter (Dec.-Feb.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pak-Choi (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 219.3 a | 189.4 b | 279.8 b | 279.6 a | 110.4 b |
| Net house | 369.2 a | 377.5 a | 511.5 a | 343.2 a | 244.6 a |
| Vinyl house | 399.2 a | 410.0 a | 537.8 a | 379.6 a | 269.5 a |
| Edible amaranth (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 234.0 b | 187.3 b | 246.7 b | 268.1 a | — |
| Net house | 333.2 a | 202.4 b | 486.4 a | 310.8 a | — |
| Vinyl house | 291.2 b | 326.8 a | 359.5 a | 289.6 a | 190.3 |
| Spinach (Local variety) | | | | | |
| Outdoors | 436.1 a | — | — | 461.8 a | 410.4 a |
| Net house | 457.9 a | — | — | 481.9 a | 433.8 a |
| Vinyl house | 293.7 b | — | — | 325.9 a | 261.5 b |

Note: 1)Experimental period: July, 1994 to June, 1995.
2)Mean followed by the same within each column does not show significant difference p(0.05) by Duncan's MRT.

Table 6. Correlation coefficient of climatic elements and the physilolgical charaters in outdoors cultivated Pak-Choi (local variety)

| Physiological Characters | Cumulative temperature (℃) | Cumulative solar radiation (MJ/m$^2$) | Cumulative Precipitation (mm) |
|---|---|---|---|
| Fresh weight (g/plant) | 0. 79* | 0. 60 | -0. 43 |
| Plant height (cm) | 0. 77* | 0. 62 | -0. 46 |
| Leaf no /plant | 0. 90** | 0. 58 | 0. 34 |
| Leaf area (cm$^2$/plant) | 0. 81* | 0. 55 | 0. 27 |

Note：*,** are significant at 5% and 1% levels, respectively.

由表 7 得知，收穫期小白菜葉及柄之品質及營養成份都是露地高於網室，其他兩種蔬菜(莧菜、菠菜)除了粗蛋白之外露地栽培的各營養成份在不同栽培環境裡居於數一數二，即露地栽培的葉菜類蔬菜之營養品質優於網室或溫室。李(1979)認爲葉菜類蔬菜的化學組成與栽培及環境條件的關係，包括：栽培地區的環境及栽培年份的環境，引起溫度、雨量及光照等的差異。如溫度及光照對蔬菜維生素C含量的影響很大。在一定的溫度範圍內，溫度降低維生素C的含量亦降低。太陽輻射弱的，維生素C含量較低，太陽輻射强的，含量較高。由圖 1 可知，三種栽培環境裡露地的氣溫大致上最低，日射量最高。則瞭解露地栽培蔬菜之維生素C較其他栽培環境高的道理。李(1979)又指出溫度也影響到蔬菜的糖類，蛋白質及纖維素的含量。據分析，甘藍在低溫(10℃)下栽培時，含糖較多，蛋白質較少；如果把生長在24℃下的甘藍移到10℃的溫度條件下，其纖維素的總量顯著增加，而蛋白質含量卻降低。本試驗露地栽培蔬菜之可溶固形物，水溶性醣，不溶固形物(含有纖維素等)及礦物質(磷、鉀、鈣、鎂、鐵)含量較高，而露地栽培之菠菜的粗蛋白較低，是否與低溫有關，值得研究。

至於露地栽培之三種葉菜類蔬菜(小白菜、莧菜、菠菜)之維生素C，粗蛋白等一般成分(%)及礦物質(磷、鈣、鎂)含量大小順序，與陳等(1994)分析結果頗爲一致。如小白菜之維生素C含量爲三種蔬菜之首位，而菠菜之粗蛋白、鉀、鎂爲最高。

綜觀上述敘述說明，得知在不同栽培環境，人工設施(網室、溫室)栽培葉菜類蔬菜鮮重產量四季皆高於露地(溫室栽培之菠菜除外)，主要在於有防雨防寒等災害防患或調節設施內的氣候環境功能有關。以往的研究報告(林等1987；郭，1987)皆有如此的看法。但露地栽培葉菜類蔬菜之品質大致優於人工設施，爲不爭的事實，而網室與溫室對於蔬菜生產各有其優劣點，因此各取其優點，設計較接近露地微氣候環境之改良式塑膠布溫網室設施(圖 5)，使未來的蔬菜生產栽培不受戶外的氣候環境所影響，在人工設施的環境下生育(Libner Nonnecke, 1989)，而進行下一階段改良設施內微氣候條件與葉菜類蔬菜生產關係之試驗，以達到量質皆能提昇爲目的。



Table 7. Chemical composition of leafy vegetables at harvest time cultivated under various environments.

| | Soluble solids(%) | Water soluble carbohydrate(%) | Crude protein(%) | Insoluble solids(%) | Vit.C | P | K | Ca | Mg | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | (mg/100g) | | | |
| Pak-Choi | | | | | | | | | | |
| Outdoors | 4. 6 | 0. 8 | 1. 4 | 1. 8 | 70. 5 | 48. 0 | 456. 0 | 209. 0 | 29. 0 | 2. 9 |
| Net house | 2. 6 | 0. 4 | 0. 6 | 1. 2 | 23. 9 | 42. 0 | 373. 0 | 110. 0 | 13. 0 | 2. 1 |
| Edible amaranth | | | | | | | | | | |
| Outdoors | 4. 5 | 0. 4 | 1. 5 | 2. 1 | 22. 7 | 100. 0 | 692. 0 | 206. 0 | 81. 0 | 2. 9 |
| Net house | 2. 3 | 0. 3 | 1. 3 | 1. 7 | 18. 0 | 74. 0 | 631. 0 | 141. 0 | 50. 0 | 3. 4 |
| Vinyl house | 4. 1 | 0. 3 | 1. 3 | 2. 6 | 18. 4 | 49. 0 | 727. 0 | 146. 0 | 74. 0 | 0. 9 |
| Spinach | | | | | | | | | | |
| Outdoors | 5. 9 | 0. 7 | 1. 4 | 1. 8 | 47. 2 | 107. 0 | 936. 0 | 89. 0 | 110. 0 | 1. 6 |
| Net house | 4. 0 | 0. 4 | 1. 6 | 1. 5 | 17. 6 | 55. 0 | 708. 0 | 51. 0 | 63. 0 | 3. 1 |
| Vinyl house | 4. 2 | 0. 3 | 2. 3 | 1. 7 | 20. 0 | 37. 0 | 857. 0 | 57. 0 | 71. 0 | 1. 5 |

Note : Experimental period: Sept. 1994 to Nov. 1994.

## 引用文獻


中央標準局(1988) 水果及蔬菜製品檢驗法 (不溶固形物之測定) 中國國家標準CNS 8622 類號 N6163。

中央標準局(1989) 水果及蔬菜汁飲料檢驗法 (糖度之測定) 中國國家標準CNS12569 類號 N6215。

李曙軒 1979 蔬菜栽培生理 中國上海科學技術出版社.

沈再發 1980 台灣農家要覽 豐年社發行：PP 931-939.

林學正、侯鳳舞 1987 國內各類設施栽培之現況介紹 設施園藝研討會專集。台灣省農業試驗所、中國園藝學會聯合編印。31-42.

津野幸人 1981 水稻科學—農山漁村文化協會。

陳家堯 1980 專業栽培蔬菜30種 豐年社 豐年叢書 752-3:pp39-40。

黃白琪 1980 台灣農家要覽—莧菜 豐年社 pp 941.

郭孚燿 1987 台灣蔬菜設施栽培之探討與展望 設施園藝研討會專集 台灣省農業試驗所 中國園藝學會聯合編印。 43-60.

陳景川、溫惠美、林頎生、黃文瑛 1994 台灣地區之蔬菜營養成分調查 屏東技術學院學報 3：39-49.

楊文振 1993 夏季蔬菜栽培之探討。 台灣農業 29(1)：65-69.

鈴木芳夫、八鍬利郎、中村俊一郎、高野泰吉、齋藤 隆、藤重宣昭、岩田隆 1993 新蔬菜園藝學。 朝倉書店。

蔡金川、滚匡時、姚銘輝、翁仁憲、梁連勝 1995 台中地區氣象因素對小白菜生育及生產之影響 (未發表)。

謝坤全 1993 台灣區蔬菜產銷檢討與改進 台灣農業 29(3)：64-71.

A.O.A.C.(1984) "Official Methods of Analysis" 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith (1956) Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Analytical Chemistry 28 (3): 350-356.

Libner Nonnecke 1989 Vegetable Production pp: 60-75. University of Guelph, Ontario, Canada.